

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050740

International filing date: 21 February 2005 (21.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR  
Number: 0402148  
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 19 April 2005 (19.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



EPO - DG 1

22 03. 2005

EP05/50740(63)

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **02 MARS 2005**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

**SIEGE**

26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87  
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ

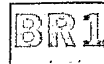
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DE 540 @ W / 030103

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>2 MARS 2004</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0402148</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>0 2 MARS 2004</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Michel GUERIN THALES Intellectual Property 31-33, Avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL CEDEX	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> <b>63 333</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b> Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____ Transformation d'une demande de brevet européen <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> CIRCUIT INTEGRE AVEC DIODE DE LECTURE DE TRES PETITES DIMENSIONS			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF		ATMEL GRENOBLE Société par actions simplifiée 3 4 1 4 7 0 6 5 6 _____	
Domicile ou siège	Rue	Avenue de Rochepleine	
	Code postal et ville	13 8 1 2 0 SAINT EGREVE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité N° de téléphone <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		Française N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
<input type="checkbox"/> <b>S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>			

Réservé à l'INPI

## REMISE DES PIÈCES

DATE

2 MARS 2004

LIEU

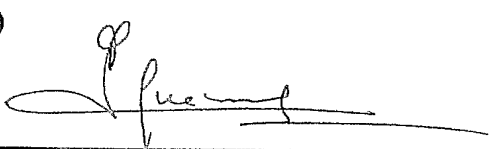

75 INPI PARIS 34 SP

N° D'ENREGISTREMENT

0402148

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		
Nom	GUERIN	
Prénom	Michel	
Cabinet ou Société	THALES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	9336	
Adresse	Rue	31-33, Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	94 11 17   ARCUEIL CEDEX
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	01 41 48 45 32	
N° de télécopie (facultatif)	01 41 48 45 01	
Adresse électronique (facultatif)		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requis pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>
Michel GUERIN 		

## CIRCUIT INTEGRE AVEC DIODE DE LECTURE DE TRES PETITES DIMENSIONS

L'invention concerne les circuits intégrés comportant à la fois des grilles conductrices déposées au-dessus d'un substrat semiconducteur et des diodes formées dans ce substrat.

5 L'application principale envisagée est un registre de lecture de charges électriques, fonctionnant par transfert de charges dans le substrat semiconducteur sous l'influence de potentiels variables appliqués à des grilles juxtaposées au-dessus du substrat et isolées du substrat. De tels registres sont présents dans les capteurs d'image matriciels réalisés en  
10 technologie CCD (de l'anglais Charge Coupled Devices). Ils servent notamment à récupérer, ligne par ligne, les charges stockées dans une matrice d'éléments photosensibles pour les envoyer vers un circuit de lecture qui les convertit en tensions ou courants électriques représentant le niveau de charges photogénérées en chaque point de la ligne.

15 Le registre de lecture constitué par des grilles ou électrodes juxtaposées se termine en général par une diode formée dans le substrat, diode qui permet d'effectuer la conversion d'une quantité de charges en niveau de tension électrique. La diode de lecture doit être aussi petite que possible pour réduire au maximum sa capacité ; en effet si la capacité de la  
20 diode est trop grande, elle empêche un fonctionnement du registre à des vitesses très élevées.

C'est pourquoi la configuration du registre de lecture est en général celle qui est représentée à la figure 1 : les grilles ou électrodes EL1, EL2, etc. du registre, d'abord régulièrement et identiquement disposées le  
25 long du registre, se terminent en un entonnoir qui concentre les charges vers une petite diode de lecture DL.

La technologie utilisée pour réaliser la diode limite cependant vers les valeurs inférieures la taille qu'on peut donner à la diode ; en effet, la diode est enserrée entre la dernière électrode ELn du registre et une autre  
30 électrode ou grille de silicium GRST ; l'électrode GRST ou grille de remise à niveau constitue une barrière entre la diode et une région de silicium dopée

formant drain DR, cette barrière servant à rétablir périodiquement le potentiel de la diode à un niveau constant avant une nouvelle lecture de charges. D'autre part, la diode doit être reliée au reste du circuit de lecture (non représenté) par au moins une connexion électrique, et la prise de  
5 contact de cette connexion sur la diode occupe une place non négligeable qui oblige à utiliser une diode plus grande que celle qui est vraiment nécessaire pour le fonctionnement du circuit.

C'est pourquoi la présente invention propose un procédé de fabrication d'une diode de petites dimensions entre deux électrodes de  
10 silicium déposées au-dessus d'un substrat, ce procédé comportant les étapes suivantes :

- a) réalisation sur le substrat des deux électrodes séparées par un intervalle,
- b) oxydation thermique d'une partie de l'épaisseur des  
15 électrodes, en hauteur et en largeur, en laissant subsister un espace entre les électrodes oxydées, le substrat étant protégé contre l'oxydation dans cet espace ;
- c) mise à nu de la surface du substrat dans cet espace,
- d) dépôt d'une couche de silicium polycristallin dopé venant en  
20 contact dans cet espace avec le substrat pour former un pôle de la diode, le substrat formant l'autre pôle,
- e) élimination partielle du silicium polycristallin en laissant subsister un motif désiré, ce motif recouvrant au moins l'espace laissé entre les électrodes et recouvrant également une région située hors de cet espace  
25 ;
- f) dépôt d'une couche isolante, gravure locale d'une ouverture dans cette couche isolante au-dessus du silicium polycristallin hors de l'espace situé entre les électrodes, pour former une zone de contact déportée, dépôt d'une couche conductrice venant en contact avec le silicium  
30 polycristallin dans la zone de contact déportée, et gravure de la couche métallique selon un motif d'interconnexions désiré.

La zone de contact est déportée par rapport à la zone constituant la diode en ce sens que la couche conductrice, de préférence un métal et de

préférence de l'aluminium, vient en contact avec la couche de silicium polycristallin en un endroit qui n'est pas situé au-dessus de la diode.

De préférence, pour l'étape e) d'élimination partielle du silicium polycristallin, on procède de la manière suivante : on dépose sur le silicium polycristallin une couche uniforme de nitrure de silicium, on la grave selon un motif qui laisse subsister la couche au-dessus des zones de silicium polycristallin qu'on veut conserver, et on oxyde le silicium sur toute son épaisseur là où il n'est pas recouvert de nitrure, jusqu'à obtenir un motif de silicium qui ne comprend que les zones qui ont été recouvertes de nitrure.

On notera qu'en variante on peut prévoir, entre le dépôt de la couche de nitrure et l'étape ultérieure d'oxydation du silicium polycristallin, d'attaquer chimiquement le silicium polycristallin pour l'enlever autant que possible là où il n'est pas protégé par le nitrure, avant de procéder à l'oxydation.

Dans le cas de l'utilisation de nitrure de silicium, l'ouverture locale de la couche isolante à l'étape f) comprend aussi l'ouverture du nitrure de silicium pour mettre à nu le silicium polycristallin dans la zone de contact avant dépôt de la couche conductrice.

Typiquement, avec ce procédé, on peut réaliser une diode de dimensions environ 1,5 micromètre par 1,5 micromètre alors qu'un procédé plus classique, consistant à ouvrir une zone de contact dans une couche isolante directement au-dessus de la diode et à déposer de l'aluminium au-dessus de cette zone pour venir en contact avec le substrat, ne permettrait pas de descendre au-dessous de 4 micromètre par 4 micromètre, compte-tenu des marges qu'il faut prendre lors de l'ouverture de la zone de contact.

L'invention propose, à titre d'application, un circuit intégré comportant un registre de transfert de charges avec une diode de lecture au bout du registre, entre une dernière électrode du registre et une électrode de remise à niveau, caractérisé en ce que la diode de lecture est constituée par une région dopée délimitée d'un côté par les électrodes et de l'autre côté par des régions d'oxyde de silicium épais, la région dopée étant entièrement recouverte d'une couche de silicium polycristallin délimitée selon un motif qui s'étend en partie au-dessus de l'oxyde épais, la couche de silicium étant recouverte d'une couche isolante comportant une ouverture au-dessus de l'oxyde épais mais pas d'ouverture au-dessus de la région dopée, et la



couche isolante étant elle-même recouverte d'une couche conductrice venant en contact avec le silicium polycristallin à travers l'ouverture.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et qui est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 déjà décrite représente la constitution schématique d'un registre de lecture à transfert de charges ;
- la figure 2 représente, en vue de dessus et en détail la diode de lecture réalisée ;
- les figures 3 et 4 représentent en coupe, respectivement selon la ligne A-A et selon la ligne B-B de la figure 2, la diode de lecture ;
- les figures 5 à 11 représentent les différentes étapes de réalisation de la diode ; sur chaque figure, la partie de gauche représente le substrat coupé selon la ligne A-A de la figure 2, c'est-à-dire une ligne coupant les deux électrodes qui encadrent la diode, tandis que la partie droite représente le substrat coupé selon la ligne B-B de la figure 2, c'est-à-dire une ligne qui passe entre les électrodes sans les couper.

Sur la figure 2 (vue de dessus) et sur les figures 3 et 4 (coupes selon AA et selon B respectivement), la diode de lecture DL est définie par une zone dopée de type N+ diffusée dans le substrat 30 de type P. La zone dopée constitue un pôle de la diode, le substrat un autre pôle.

Dans le sens latéral des figures 2 et 3 (à gauche et à droite sur la figure 2 et sur la figure 3), cette zone est délimitée en pratique par les bords des deux grilles ou électrodes ELn et GRST qui l'encadrent. Les électrodes sont hachurées sur les figures 2 et 3. Dans le sens vertical de la feuille de la figure 2 (en haut et en bas sur la figure 2, à gauche et à droite sur la figure 4), la zone diffusée de type N+ est délimitée par des régions d'oxyde épais 10 (oxyde thermique classique LOCOS). Les lignes tiretées 10' de la figure 2 représentent les bords des zones d'oxyde épais 10 encadrant la diode. La zone correspondant à la diode DL ne comporte pas d'oxyde épais.

Les grilles ELn et GRST sont en silicium polycristallin et elles sont recouvertes d'une couche isolante d'oxyde de silicium 12 représentée en pointillés sur les figures 2 et 3.

Une couche de silicium polycristallin conducteur 14, dopée de type N+ et gravée selon un motif approprié, vient en contact avec toute la zone de substrat 30 au-dessus de la diode DL là où le substrat n'est pas protégé par les grilles ELn et GRST et l'oxyde de silicium 10. Cette couche de silicium remonte sur l'oxyde épais 10 comme on le voit sur la figure 4. Le motif de silicium polycristallin est délimité par une ligne 14' sur la figure 2. Ce motif permet de réaliser un contact électrique entre le pôle N+ de la diode et une couche conductrice d'aluminium, ce contact étant déporté c'est-à-dire non situé au-dessus de la diode mais situé au-dessus de l'oxyde épais 10.

Le motif de silicium polycristallin 14 est de préférence recouvert d'une couche de nitrure de silicium 16. L'ensemble du motif de silicium polycristallin 14 et de la couche de nitrure 16 est recouvert d'une couche isolante de passivation 18 qui recouvre aussi d'autres parties de la structure. Ces deux couches 16 et 18 sont localement ouvertes à l'endroit du contact désiré avec une couche d'aluminium, donc à un endroit situé au-dessus de l'oxyde épais 10, mais pas au-dessus de la zone constituant la diode DL. L'ouverture de contact ainsi définie est délimitée par la ligne 20' de la figure 2. La couche métallique 22 est de préférence une couche d'aluminium, gravée selon un motif d'interconnexions désiré, déposée au-dessus de la couche isolante 18 et venant en contact avec le silicium polycristallin 14 à travers l'ouverture formée dans les couches d'oxyde 18 et de nitrure 16 au-dessus de l'oxyde épais 10. On notera que la couche de nitrure de silicium est délimitée par le même motif (ligne 14') que la couche de silicium polycristallin sur laquelle elle est déposée, à l'exception des zones où elle est ouverte pour permettre un contact électrique entre la couche de silicium polycristallin et la couche conductrice 22.

Sur les figures 2 à 4 on n'a pas représenté le drain DR classiquement prévu (cf. figure 1) de l'autre côté de la grille GRST. Ce drain sera fait comme la diode de lecture DL comme on l'expliquera plus loin.

Les figures 5 et suivantes représentent les différentes étapes de fabrication selon l'invention.

On part d'un substrat de silicium 30 de type P présentant éventuellement des variations de profil de dopage nécessaires au fonctionnement (notamment une couche superficielle mince de transfert en

volume, de type N, non représentée) et on forme des grilles de silicium polycristallin adjacentes permettant la constitution d'électrodes d'un registre à transfert de charges, ceci selon un procédé classique qui peut être typiquement le suivant :

- 5                   - oxydation superficielle du substrat produisant une couche d'oxyde mince uniforme 32 ;
- dépôt d'une couche mince uniforme de nitrure de silicium 34 ;
- gravure du nitrure selon un motif correspondant aux zones d'isolation désirées en oxyde épais 10 ;
- 10               - oxydation thermique épaisse de type LOCOS pour former les zones 10 là où il n'y a plus de nitrure ;
- dépôt d'une première couche uniforme de silicium polycristallin 36 ;
- gravure de cette couche 36 pour définir une première série
- 15 d'électrodes de rang pair  $n$ ,  $n-2$ ,  $n-4$ ,  $n-6$ , etc., espacées les unes des autres, parmi lesquelles l'électrode  $EL_n$  et aussi l'électrode GRST ; les électrodes de rang impair  $n-1$ ,  $n-3$ ,  $n-5$ , viendront ultérieurement s'intercaler entre les électrodes de rang pair ;
- oxydation thermique de la couche 36 pour que le silicium de
- 20 cette couche se recouvre latéralement et superficiellement d'oxyde de silicium isolant 12 ;
- dépôt uniforme d'une deuxième couche de silicium polycristallin 38 qui vient notamment remplir l'espace entre les électrodes formées dans la première couche (par exemple entre l'électrode  $EL_n$  de rang  $n$  et l'électrode
- 25 de rang  $n-2$  qui la précède dans la première série) ;
- gravure de la deuxième couche 38 pour définir une deuxième série d'électrodes, de rang impair ; les deux séries d'électrodes juxtaposées forment un registre permettant un transfert de charges dans le substrat par application de potentiels variables aux électrodes ; le silicium polycristallin de
- 30 la deuxième couche 38 est entièrement enlevé dans l'espace entre les grilles  $EL_n$  et GRST, espace réservé à la diode de lecture DL, ainsi que dans l'espace qui sera réservé à la formation d'un drain DR.

La figure 5 représente le circuit intégré à ce stade de la fabrication.

Les étapes suivantes, plus spécifiques à l'invention vont maintenant être décrites.

On oxyde superficiellement par un procédé d'oxydation thermique la surface supérieure de l'ensemble. Le silicium polycristallin de la deuxième  
5 couche 38 se recouvre superficiellement et latéralement d'une couche d'oxyde isolant de la même manière que le silicium polycristallin de la couche 36 avait été recouvert d'une couche d'oxyde 12. Au cours de la même opération d'oxydation, l'épaisseur de la couche 12 s'accroît. Etant donné que  
10 de même nature, on a désigné sur la figure 6 par une seule référence 12 la couche d'oxyde qui recouvre toutes les électrodes à la fin de cette deuxième opération d'oxydation du silicium polycristallin.

A la suite de cette opération d'oxydation, on enlève la couche de nitrure 34 là où elle n'est pas protégée par les électrodes, c'est-à-dire dans  
15 les zones DL et DR réservées à la diode de lecture et au drain de remise à niveau. On enlève également la couche d'oxyde de silicium très mince 32 qui est mise à nu par l'enlèvement du nitrure. Ces deux dernières opérations n'affectent pratiquement pas la couche 12 qui est beaucoup plus épaisse que la couche 32.

20 La figure 6 représente le circuit intégré à la fin de cette étape.

On dépose alors une troisième couche uniforme 40 de silicium polycristallin qui vient remplir notamment l'espace entre les électrodes ELN et GRST ainsi que l'espace réservé au drain DR et qui vient directement en  
25 contact avec le substrat 30 dénudé dans ces espaces. Cette couche 40 formera ultérieurement le motif d'interconnexion 14 en silicium polycristallin des figures 2 à 4.

On dope fortement avec une impureté de type N le silicium de la couche 40, soit pendant le dépôt (dépôt en présence d'arsenic) soit après le  
30 dépôt et on procède à un traitement thermique suffisamment intense et prolongé pour que les impuretés de type N se diffusent dans le substrat là où le silicium polycristallin est en contact avec le substrat dénudé (régions DL et DR). On forme ainsi une région diffusée 42 de type N+ dans le substrat qui constitue un premier pôle de la diode de lecture DL, le substrat constituant un deuxième pôle ; et on forme en même temps une région diffusée 44 de  
35 type N+ qui constitue le drain DR. Il est à noter que le traitement thermique

peut se répartir au cours d'étapes ultérieures de la fabrication (notamment au cours des opérations d'oxydation), mais pour simplifier les explications on considère qu'il est fait dès ce moment.

La figure 7 représente le circuit à ce stade.

5 On effectue alors une succession d'opérations destinées à délimiter des zones de silicium polycristallin de la couche 40 pour former des motifs d'interconnexion désirés avec cette couche. Pour ce qui concerne plus spécifiquement la diode de lecture, le motif d'interconnexion est le motif délimité par la ligne 14' de la figure 2, c'est-à-dire un motif qui permet de  
10 déporter le contact d'aluminium (qu'on établira ultérieurement) ailleurs qu'au-dessus de la diode de lecture. Un autre motif peut être établi pour la connexion de la région de drain DR, et d'autres motifs encore sur le reste du circuit intégré.

On pourrait procéder à une gravure du silicium poly cristallin par  
15 attaque chimique de la couche 40 à travers une résine de masquage photogravée, mais une simple gravure du silicium présente des risques de défauts gênants ; en effet, lorsque le relief de la surface est accentué, la gravure peut laisser dans les transitions brusques de relief des résidus de silicium qui sont cause de court-circuits. On préfère procéder d'une autre  
20 manière :

a) on dépose sur la couche uniforme 40 une couche de nitrure de silicium 46 et on grave cette couche selon un motif qui laisse subsister uniquement les zones d'interconnexion désirées. La figure 8 représente le circuit à ce stade. On voit qu'on a gardé une zone de nitrure 46 qui d'une part  
25 recouvre la région de la diode de lecture 42 et qui d'autre part se prolonge au-dessus de l'oxyde épais 10.

b) on effectue alors un traitement thermique d'oxydation profonde du silicium polycristallin de la troisième couche 40. Cette oxydation se produit dans la masse du silicium là où il n'est pas protégé par le nitrure 46. Le  
30 silicium polycristallin est entièrement transformé en oxyde de silicium 48 là où il n'est pas protégé. On aboutit à la structure de la figure 9, avec un motif d'interconnexions en silicium polycristallin 40 recouvert de nitrure, et, en dehors de ce motif, une couche d'oxyde de silicium 48 protégeant toutes les électrodes du registre.

On notera qu'on aurait pu, après dépôt et gravure du nitrure, également graver la couche de silicium polycristallin 40 par attaque chimique à travers le même masque qui a servi à graver la couche de nitrure 46, et procéder ensuite seulement à l'étape b, à savoir l'oxydation thermique des  
5 résidus qui ont pu subsister après cette gravure du silicium.

Après avoir ainsi défini les motifs d'interconnexion de la couche 40, aboutissant à un motif d'interconnexion 14 défini à propos des figures 2 à 4, on dépose alors une couche de protection isolante 18, qui peut servir aussi de couche de planarisation (couche d'oxyde ou de polyimide  
10 notamment). On pratique dans cette couche, ainsi que dans la couche de nitrure sous-jacente 46, une ouverture locale 50 à un endroit où on désire un contact avec le motif d'interconnexion en silicium polycristallin 40. L'ouverture 50 qui sert à établir le contact électrique avec la région N+ 42 de la diode de lecture est située au-dessus de l'oxyde épais 10 comme on le  
15 voit sur la figure 10 ; son contour correspond au contour 20' de la figure 2.

On dépose enfin (figure 11) une couche conductrice 22, de préférence une couche d'aluminium, et on grave cette couche selon les motifs d'interconnexion désirés. La couche 22 remplit l'ouverture 50 et vient en contact avec le silicium polycristallin donc vient en contact indirectement  
20 avec la région N+ de la diode de lecture DL.

La dimension de la diode DL peut être seulement de 1,5 micromètre par 1,5 micromètre, ce qui ne serait pas possible si le contact d'aluminium venait au-dessus de la diode (la dimension minimale serait plutôt de 4,5 par 4,5 micromètres).

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une diode (DL) de petites dimensions entre deux électrodes de silicium (ELn, GRST) déposées au-dessus d'un substrat (30), qui comporte les étapes suivantes :

5           - a) réalisation au-dessus du substrat des deux électrodes séparées par un intervalle,

          - b) oxydation thermique d'une partie de l'épaisseur des électrodes, en hauteur et en largeur, en laissant subsister un espace entre les électrodes oxydées, le substrat étant protégé contre l'oxydation dans cet  
10   espace ;

          - c) mise à nu de la surface du substrat dans cet espace,

          - d) dépôt d'une couche de silicium polycristallin dopé (40) venant en contact dans cet espace avec le substrat pour former un pôle (42) de la diode, le substrat formant l'autre pôle,

15           - e) élimination partielle du silicium polycristallin en laissant subsister un motif désiré, ce motif recouvrant au moins l'espace laissé entre les électrodes et recouvrant également une région située hors de cet espace ;

          - f) dépôt d'une couche isolante (18), gravure locale d'une  
20   ouverture (50) dans cette couche isolante au-dessus du silicium polycristallin hors de l'espace situé entre les électrodes, pour former une zone de contact déportée, dépôt d'une couche métallique (22) venant en contact avec le silicium polycristallin dans la zone de contact déportée, et gravure de la couche métallique selon un motif d'interconnexions désiré.

25

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour l'étape e) d'élimination partielle du silicium polycristallin, on dépose une couche uniforme de nitrure de silicium (46), on la grave selon un motif qui laisse subsister la couche au-dessus des zones de silicium polycristallin qu'on veut conserver, et ultérieurement on oxyde le silicium sur toute son  
30   épaisseur là où il n'est pas recouvert de nitrure, jusqu'à obtenir un motif de silicium qui ne comprend que les zones qui ont été recouvertes de nitrure.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que entre le dépôt de la couche de nitrure et l'étape ultérieure d'oxydation du silicium polycristallin, on attaque chimiquement le silicium polycristallin pour l'enlever autant que possible là où il n'est pas protégé par le nitrure.

5

4. Circuit intégré comportant un registre de transfert de charges avec une diode de lecture au bout du registre, entre une dernière électrode du registre et une électrode de remise à niveau, caractérisé en ce que la diode de lecture est constituée par une région dopée (42) délimitée d'un côté par les électrodes et de l'autre côté par des régions d'oxyde de silicium épais (10), la région dopée étant entièrement recouverte d'une couche de silicium polycristallin (14, 40) délimitée selon un motif qui s'étend en partie au-dessus de l'oxyde épais, la couche de silicium étant recouverte d'une couche isolante (18) comportant une ouverture (50) au-dessus de l'oxyde épais mais pas d'ouverture au-dessus de la région dopée, et la couche isolante étant elle-même recouverte d'une couche conductrice venant en contact avec le silicium polycristallin à travers l'ouverture (50).

10

15

20

5. Circuit intégré selon la revendication 4, caractérisé en ce que la couche de silicium polycristallin est recouverte de nitrure de silicium elle-même recouverte par la couche isolante (50), la couche de nitrure étant également ouverte à l'endroit de l'ouverture dans la couche isolante.



Fig 1

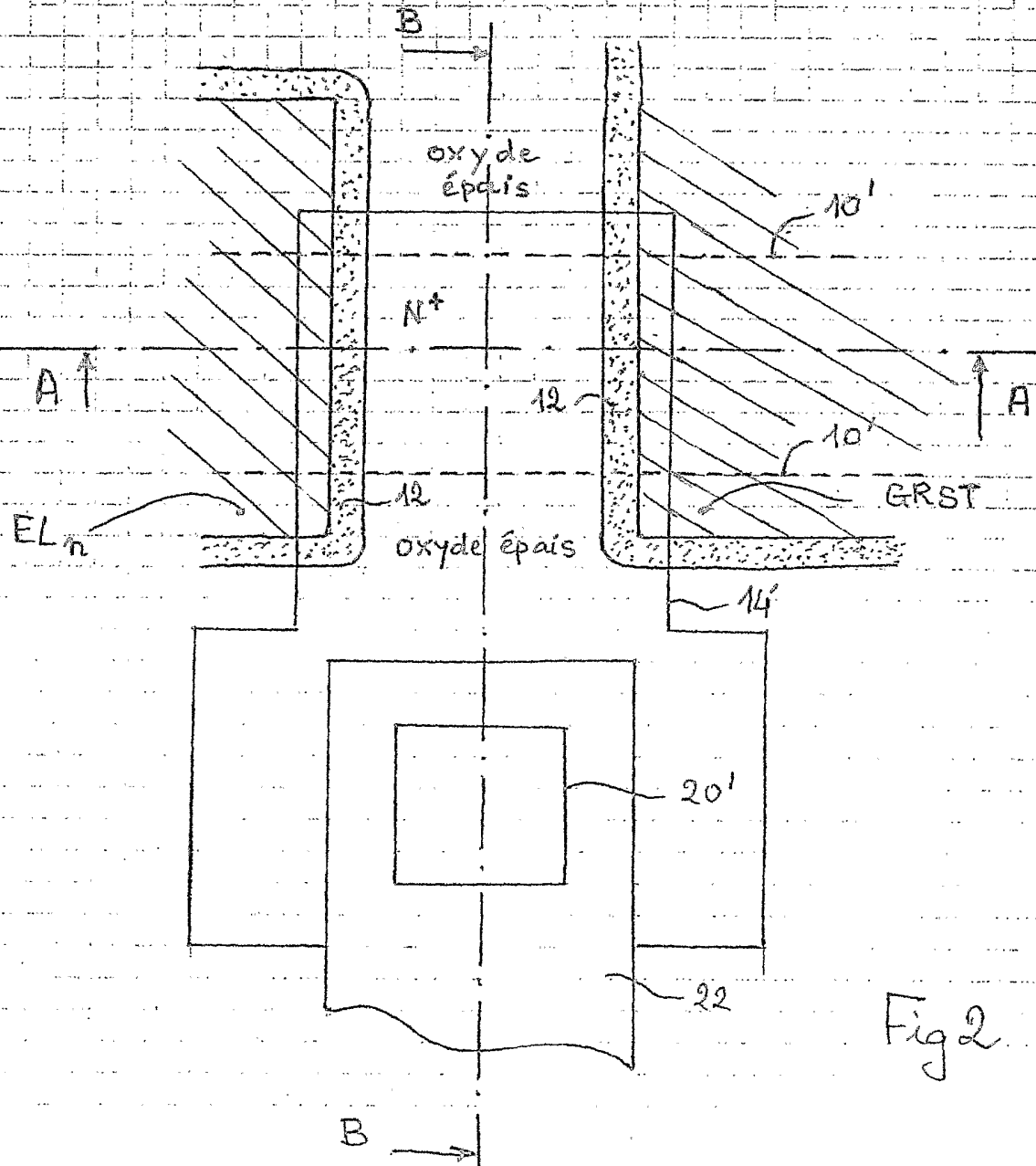
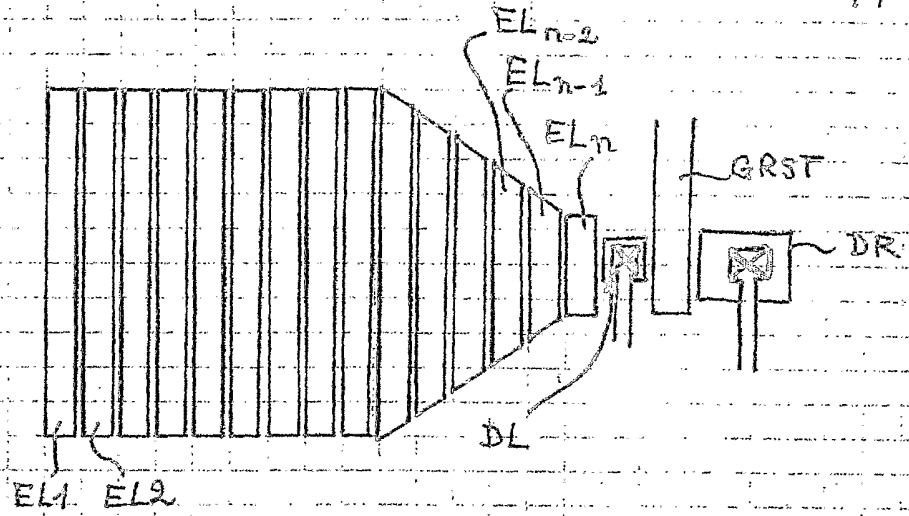


Fig 2

1/4

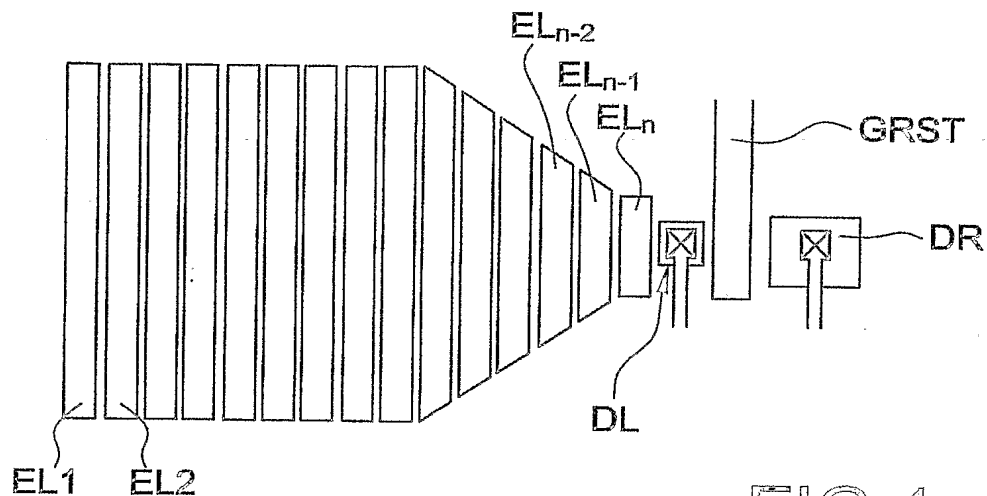


FIG. 1

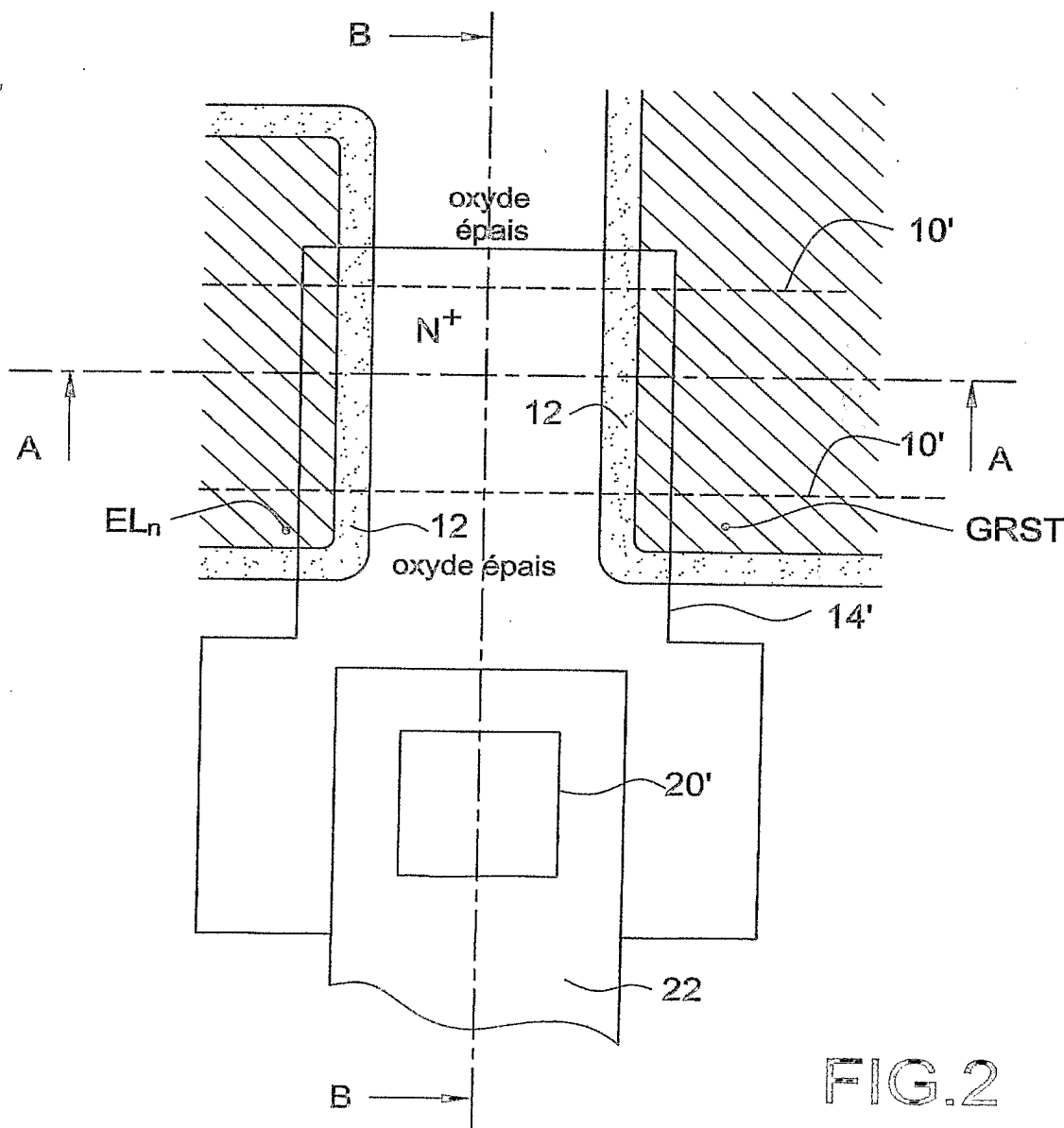


FIG. 2

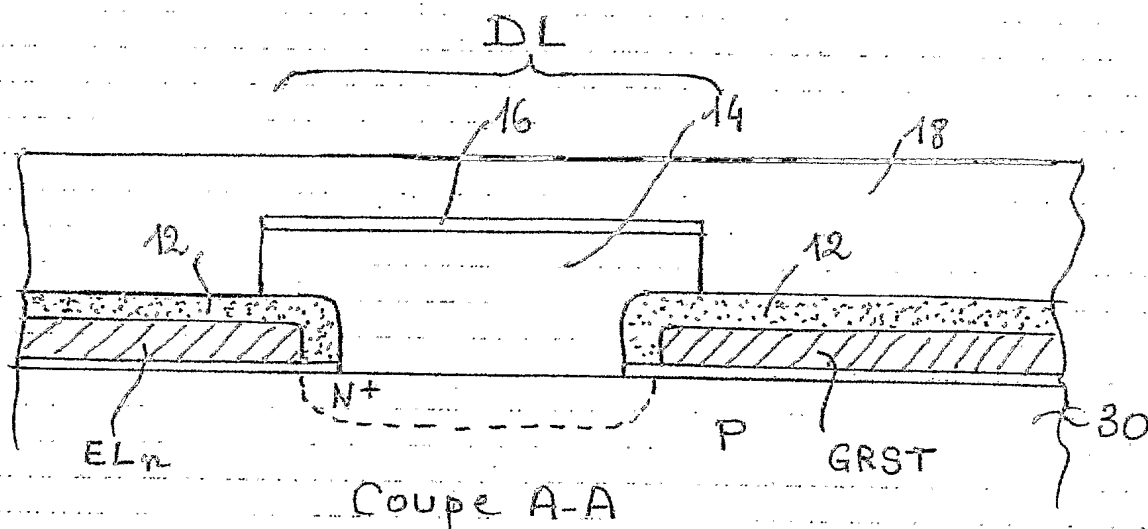


Fig 3

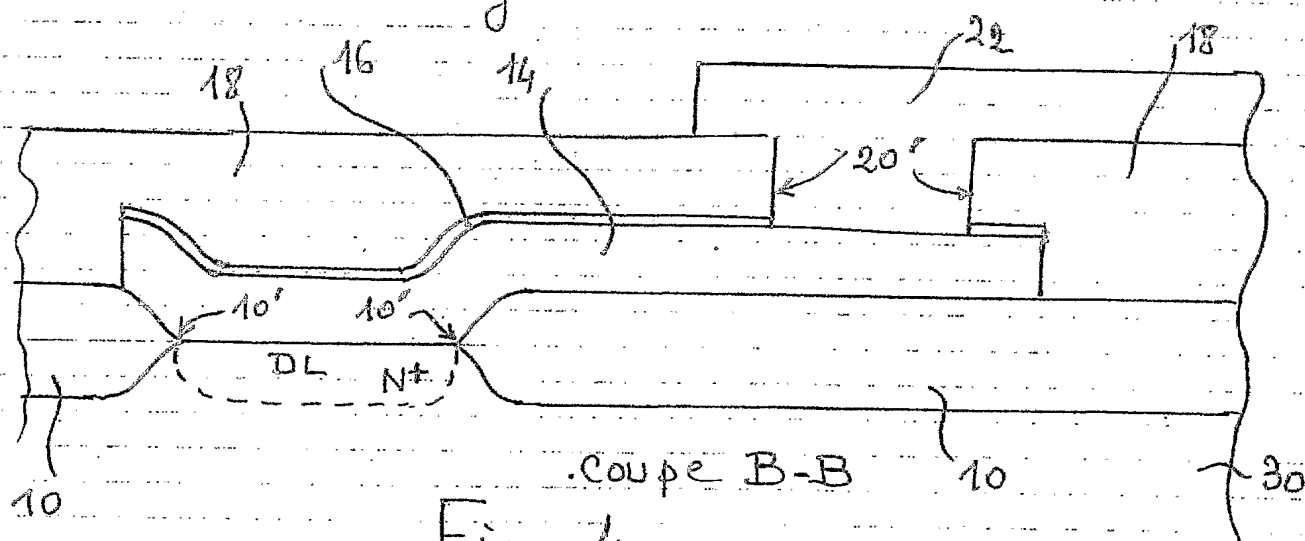
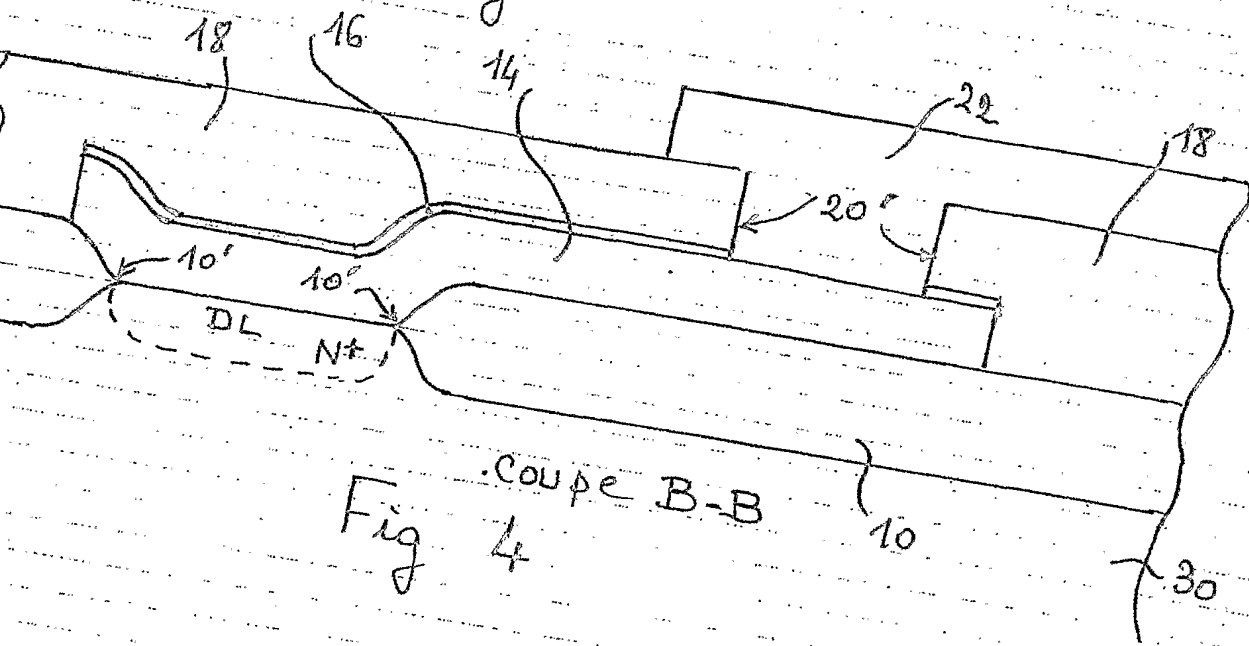
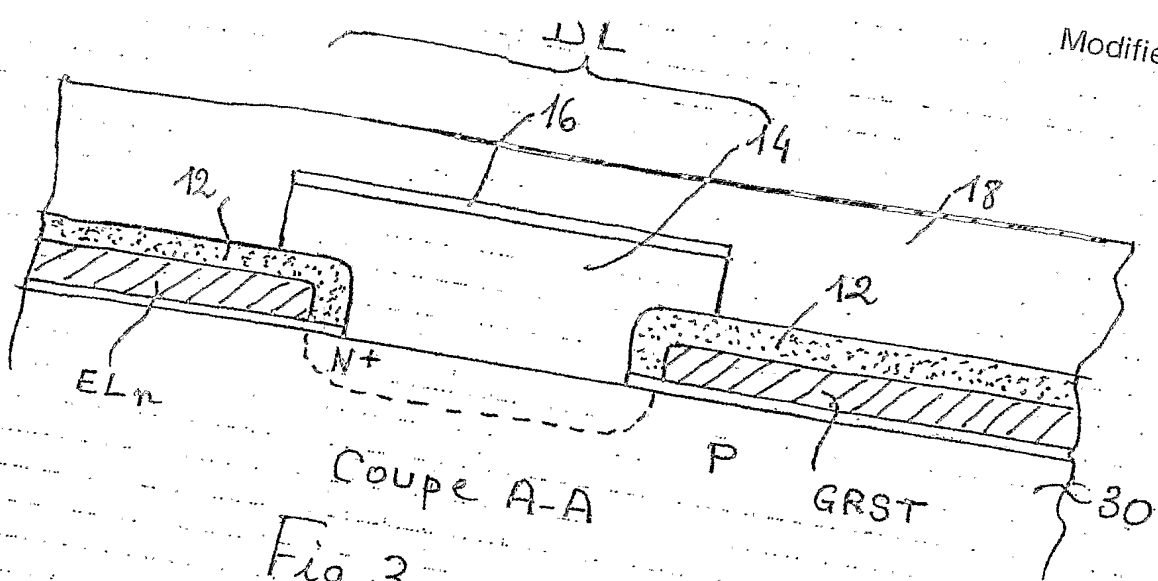


Fig 4



1/4

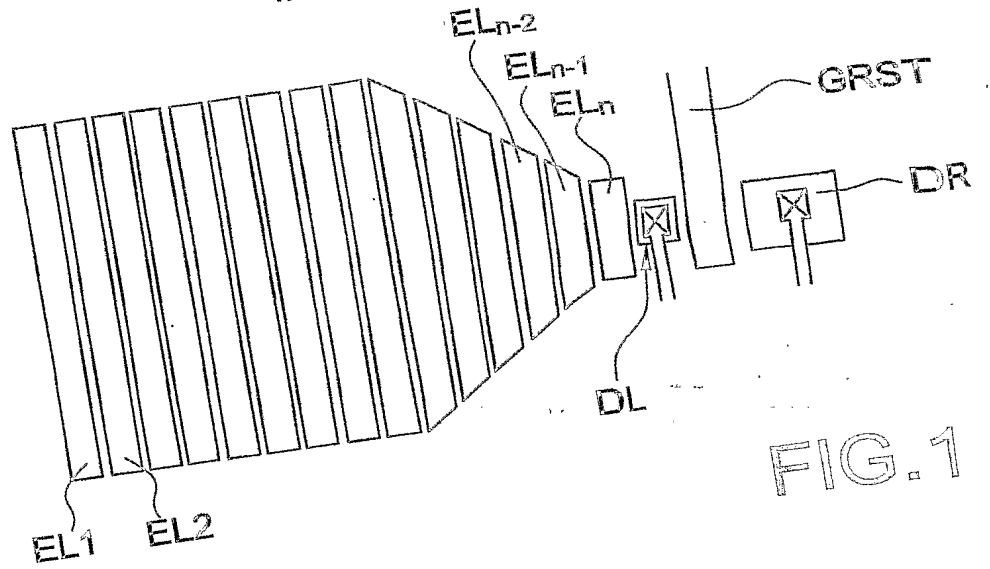
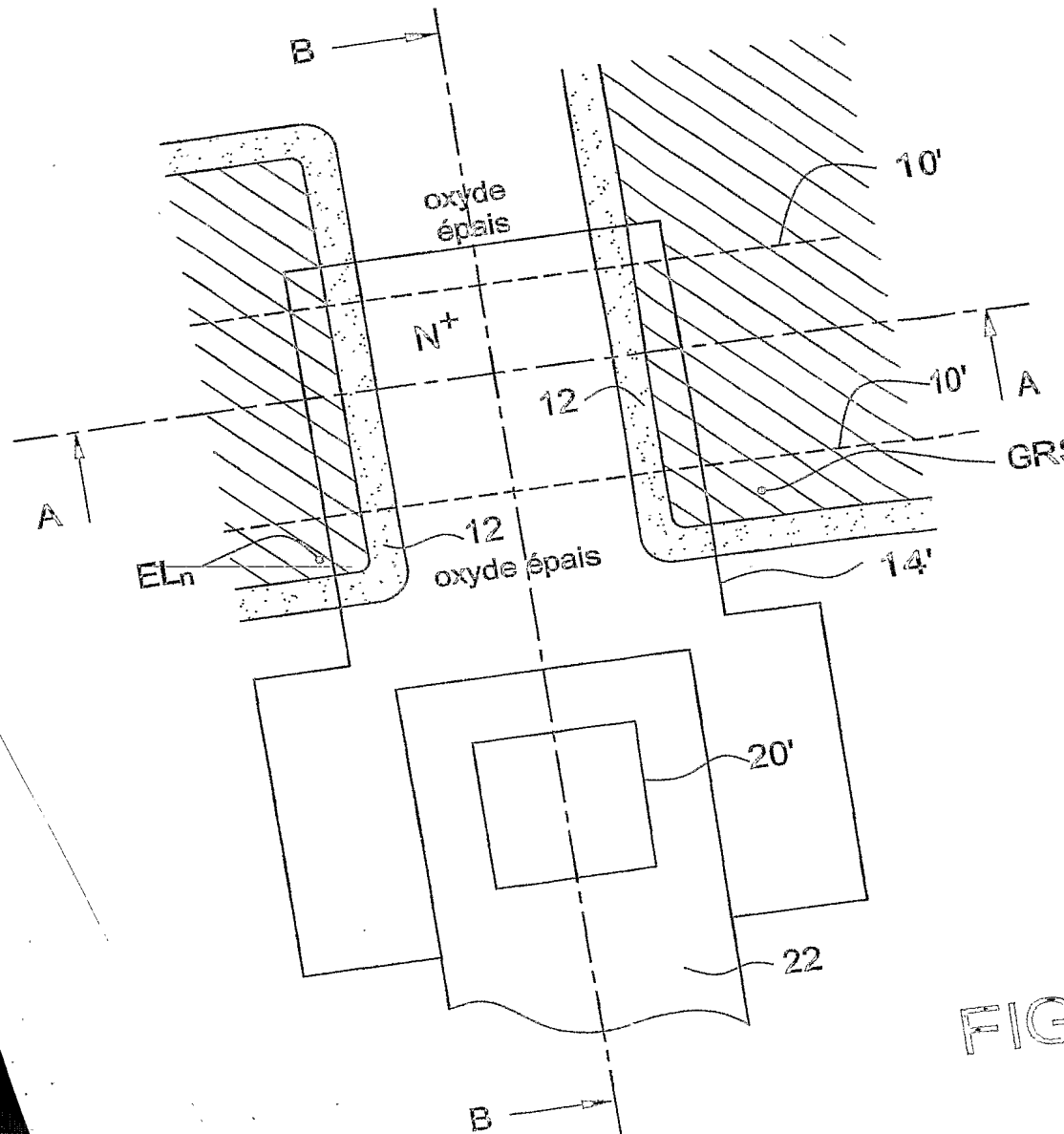
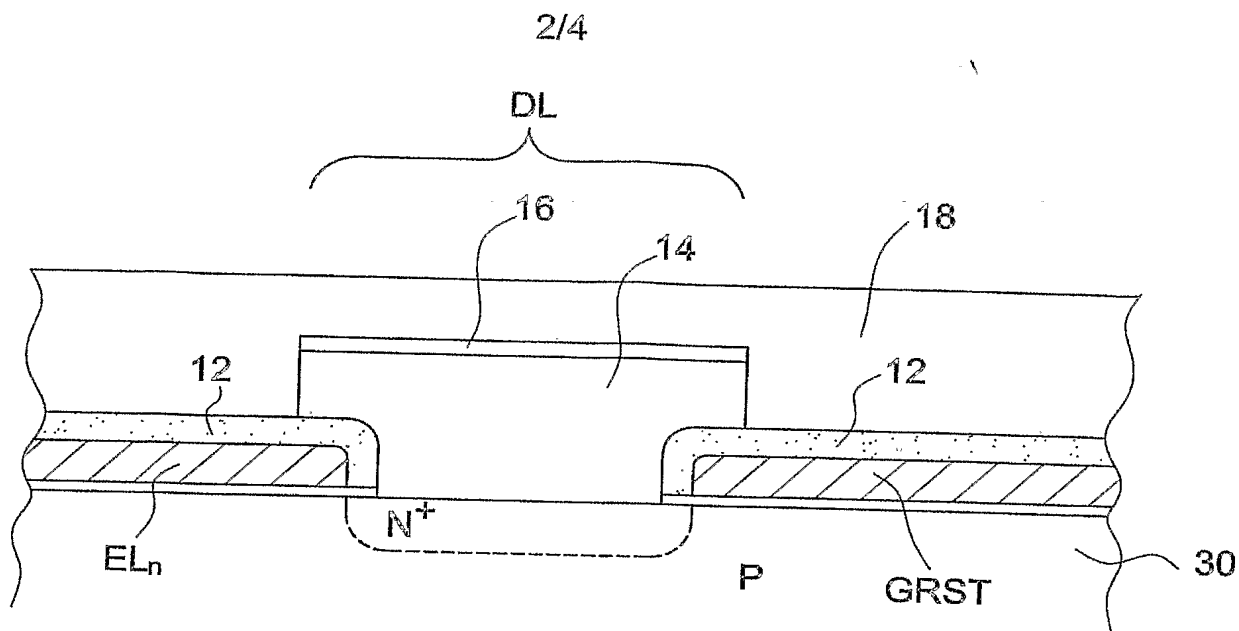


FIG. 1

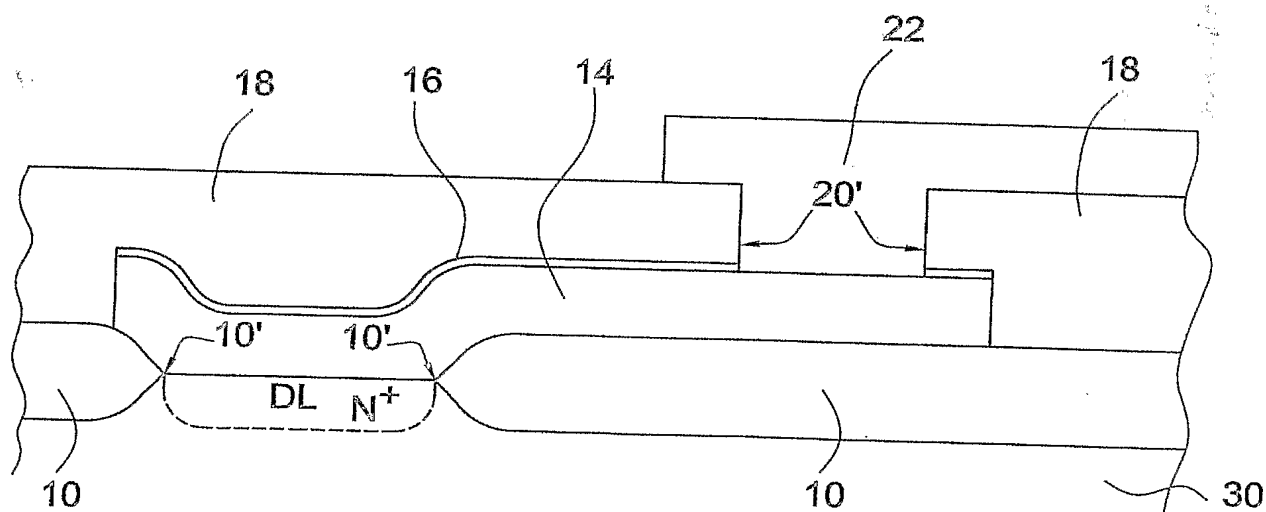


FIG



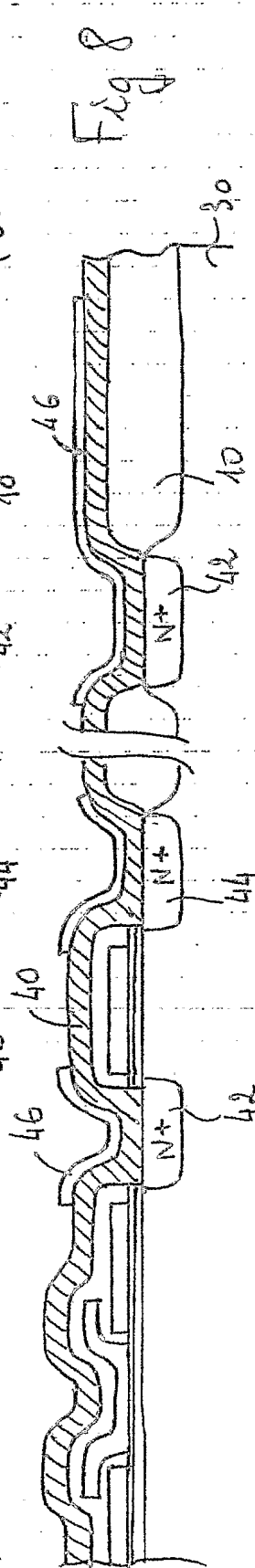
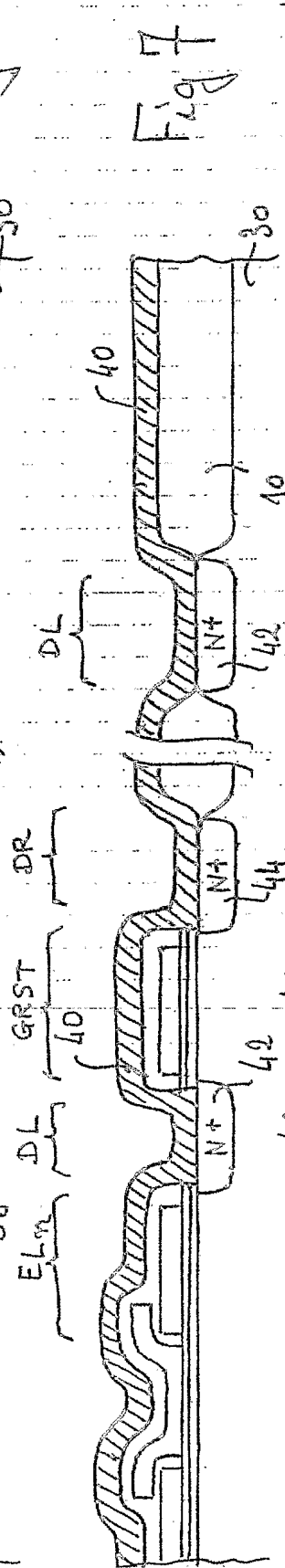
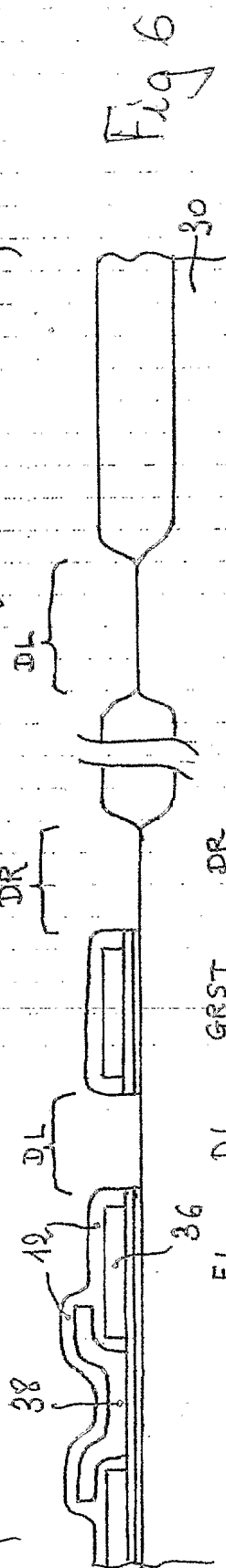
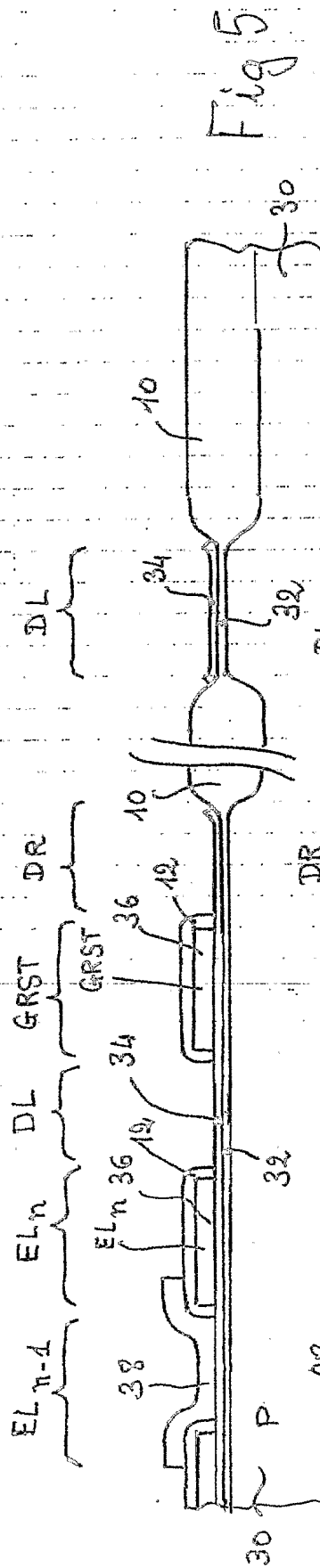
Coupe A-A

FIG.3



Coupe B-B

FIG.4



3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que entre le dépôt de la couche de nitrure et l'étape ultérieure d'oxydation du silicium polycristallin, on attaque chimiquement le silicium polycristallin pour l'enlever autant que possible là où il n'est pas protégé par le nitrure.

5

4. Circuit intégré comportant un registre de transfert de charges avec une diode de lecture au bout du registre, entre une dernière électrode du registre et une électrode de remise à niveau, caractérisé en ce que la diode de lecture est constituée par une région dopée (42) délimitée d'un côté par les électrodes et de l'autre côté par des régions d'oxyde de silicium épais (10), la région dopée étant entièrement recouverte d'une couche de silicium polycristallin (14, 40) délimitée selon un motif qui s'étend en partie au-dessus de l'oxyde épais, la couche de silicium étant recouverte d'une couche isolante (18) comportant une ouverture (50) au-dessus de l'oxyde épais mais pas d'ouverture au-dessus de la région dopée, et la couche isolante étant elle-même recouverte d'une couche conductrice venant en contact avec le silicium polycristallin à travers l'ouverture (50).

10

15

5. Circuit intégré selon la revendication 4, caractérisé en ce que la couche de silicium polycristallin est recouverte de nitrure de silicium elle-même recouverte par la couche isolante (50), la couche de nitrure étant également ouverte à l'endroit de l'ouverture dans la couche isolante.

20



Fig 1

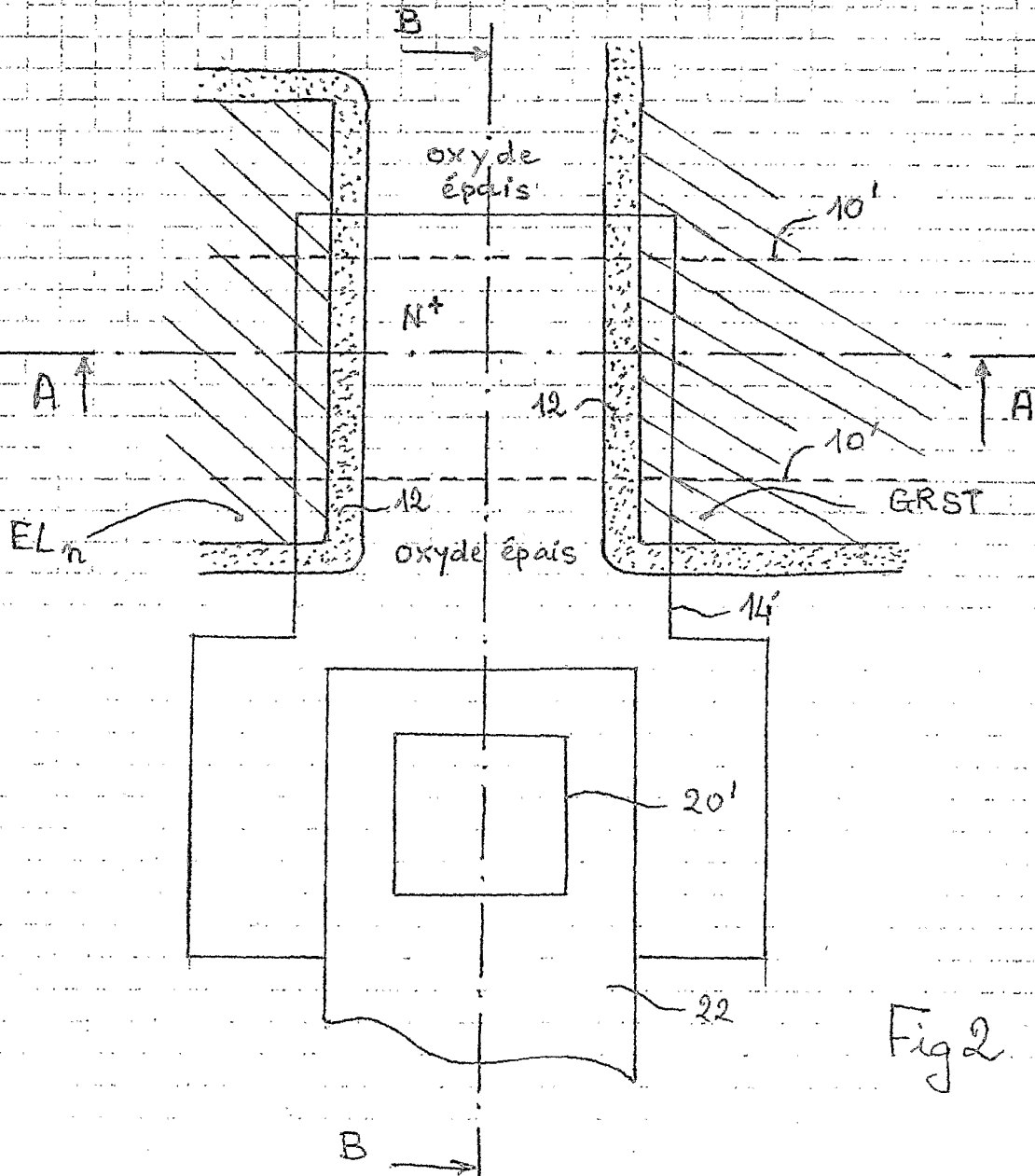
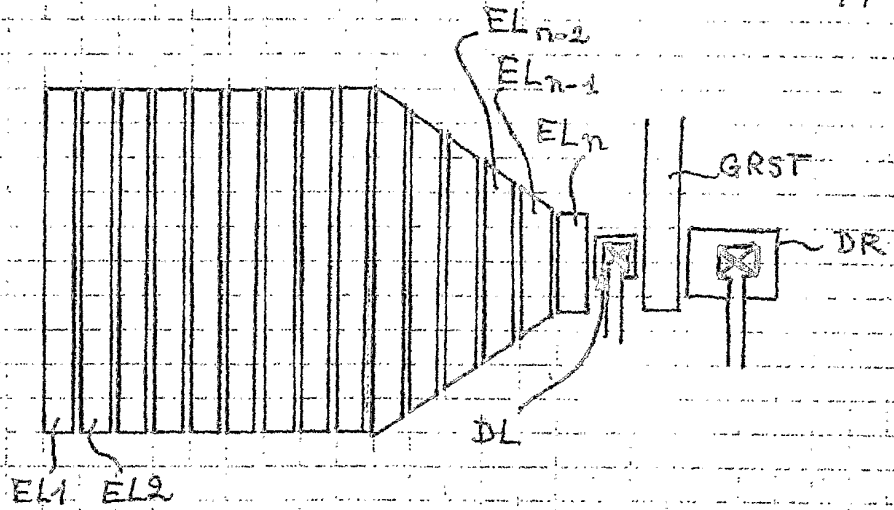


Fig 2

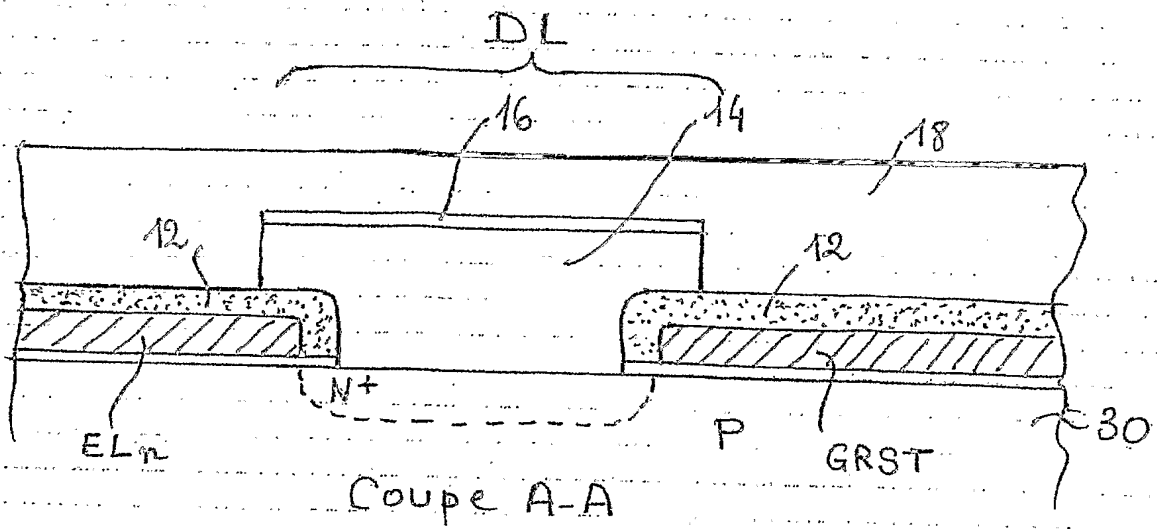


Fig 3

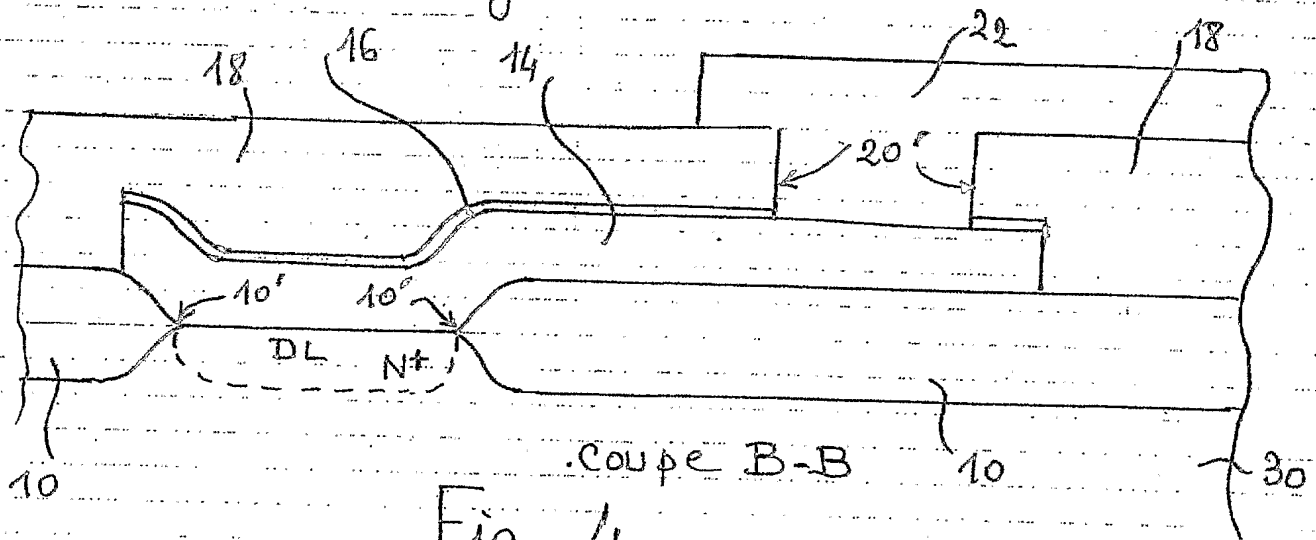


Fig 4

1/4

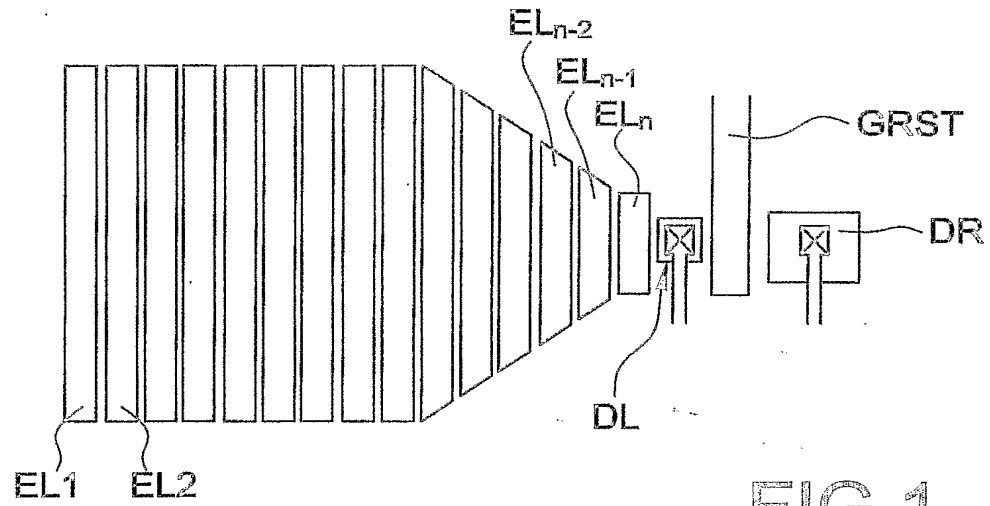


FIG. 1

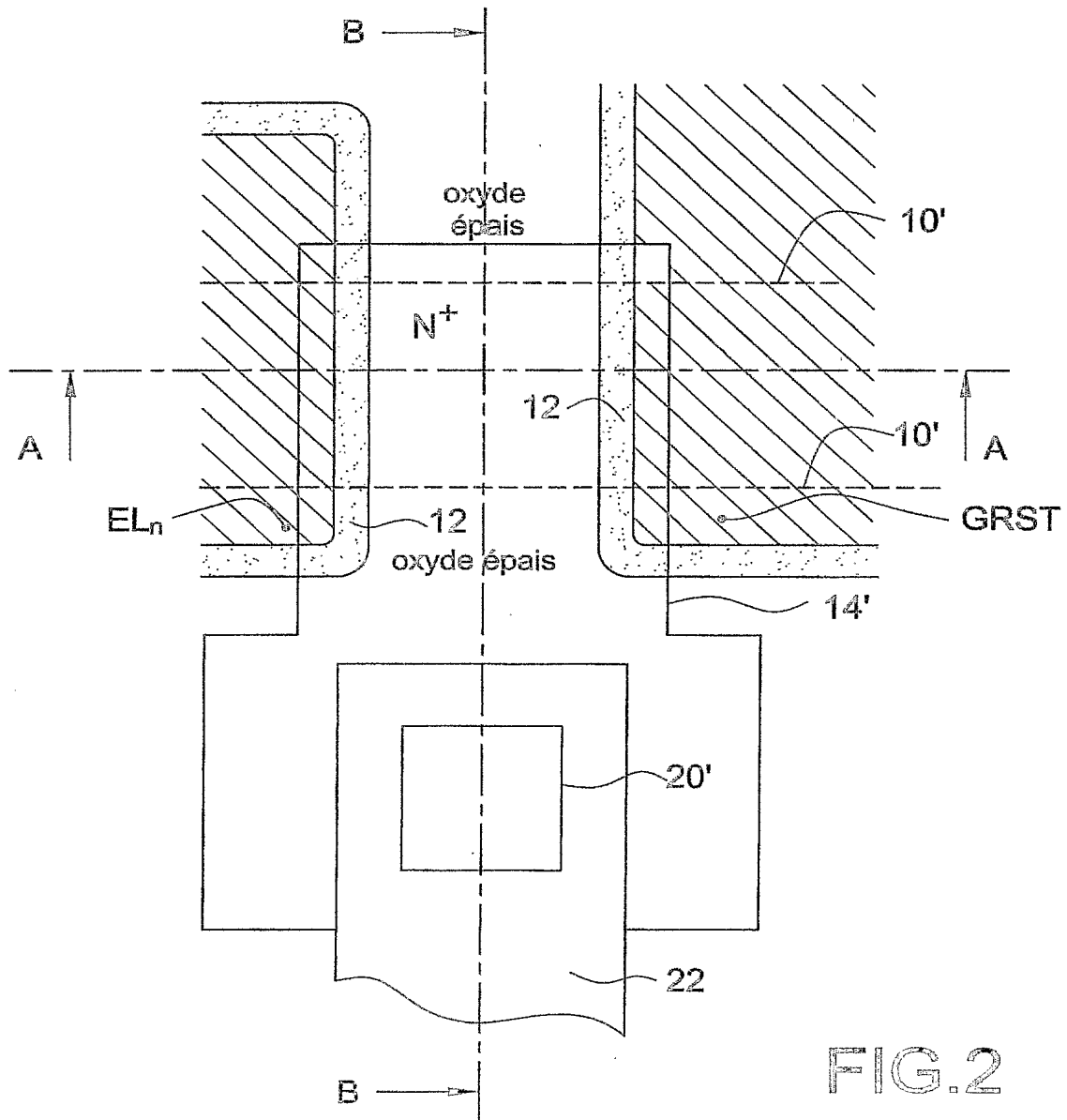
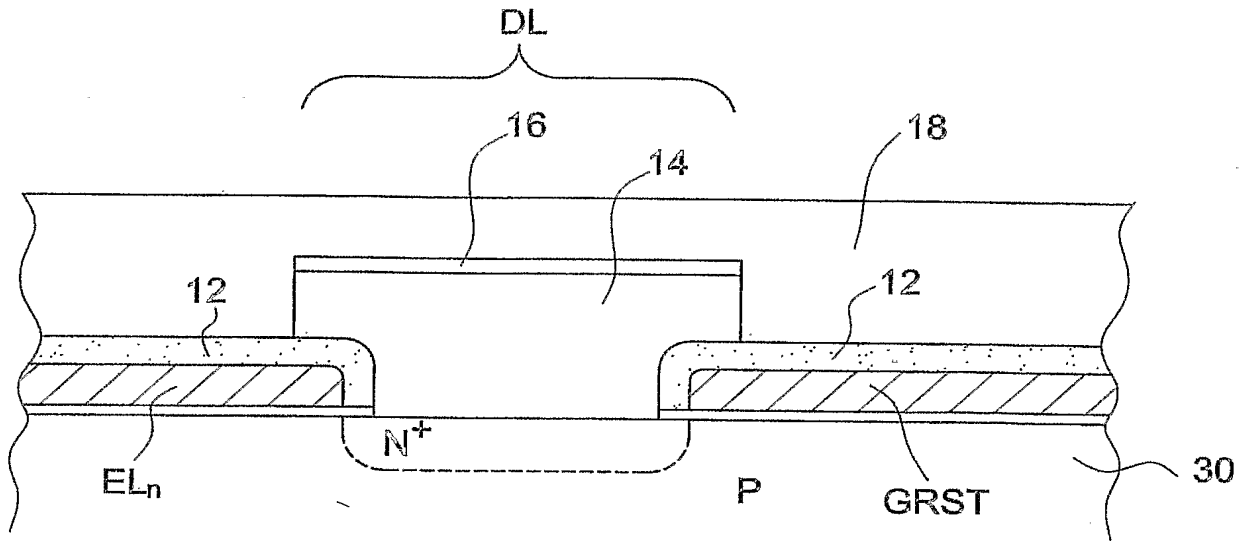


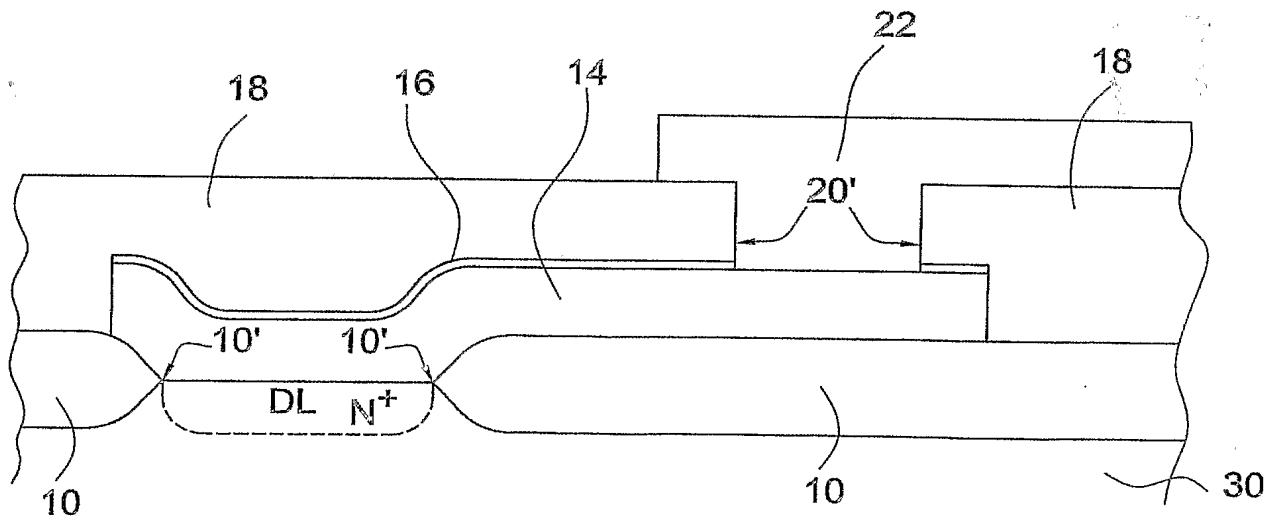
FIG. 2

2/4



Coupe A-A

FIG.3



Coupe B-B

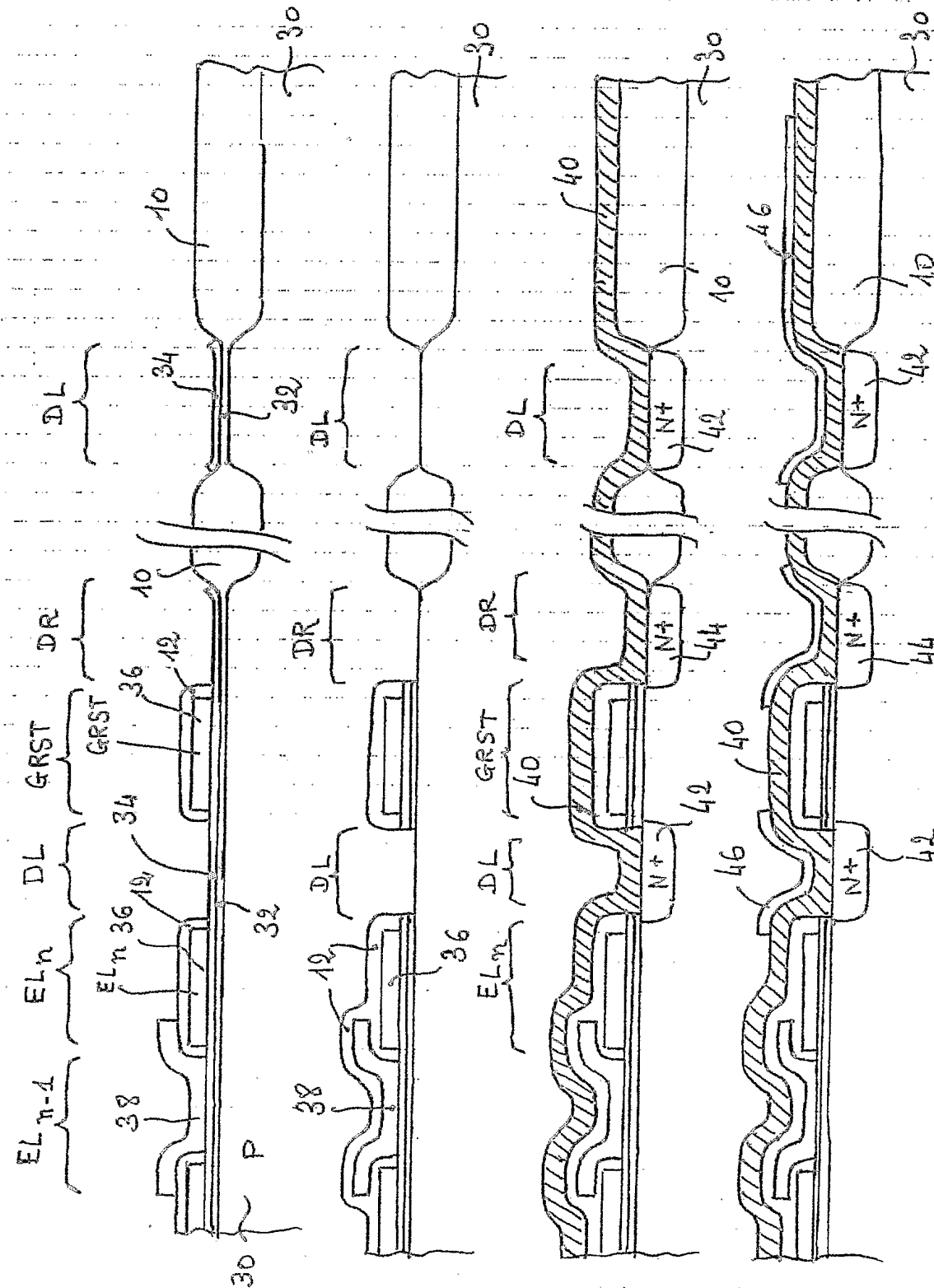
FIG.4

Fig 5

Fig 6

Fig 7

Fig 8



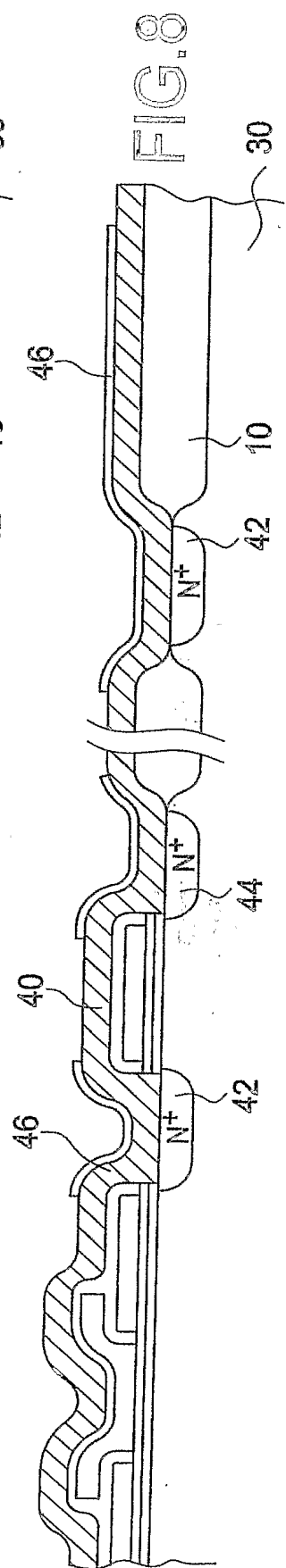
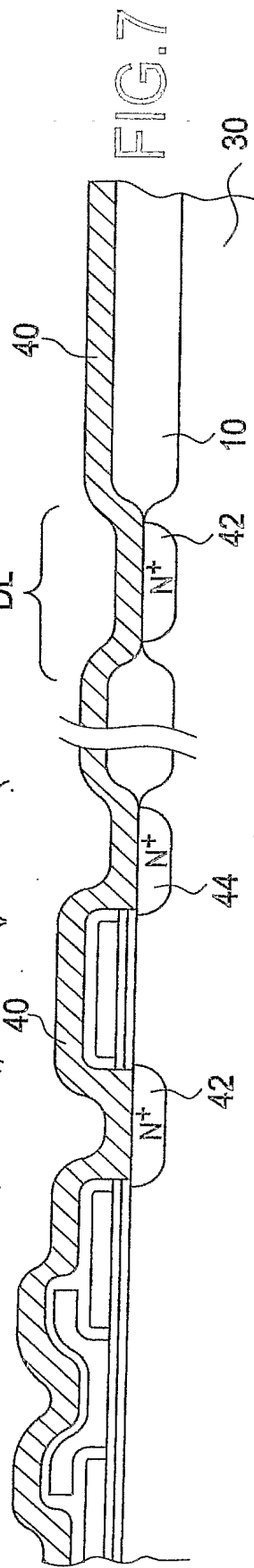
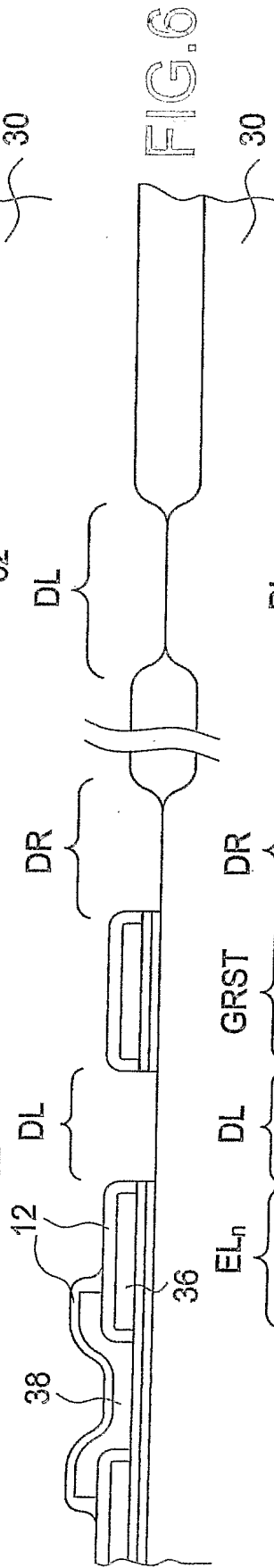
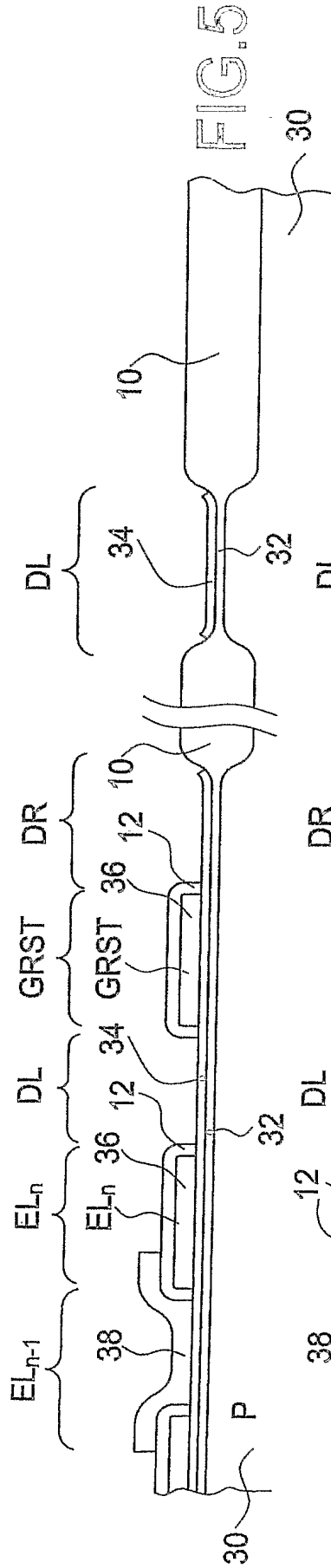
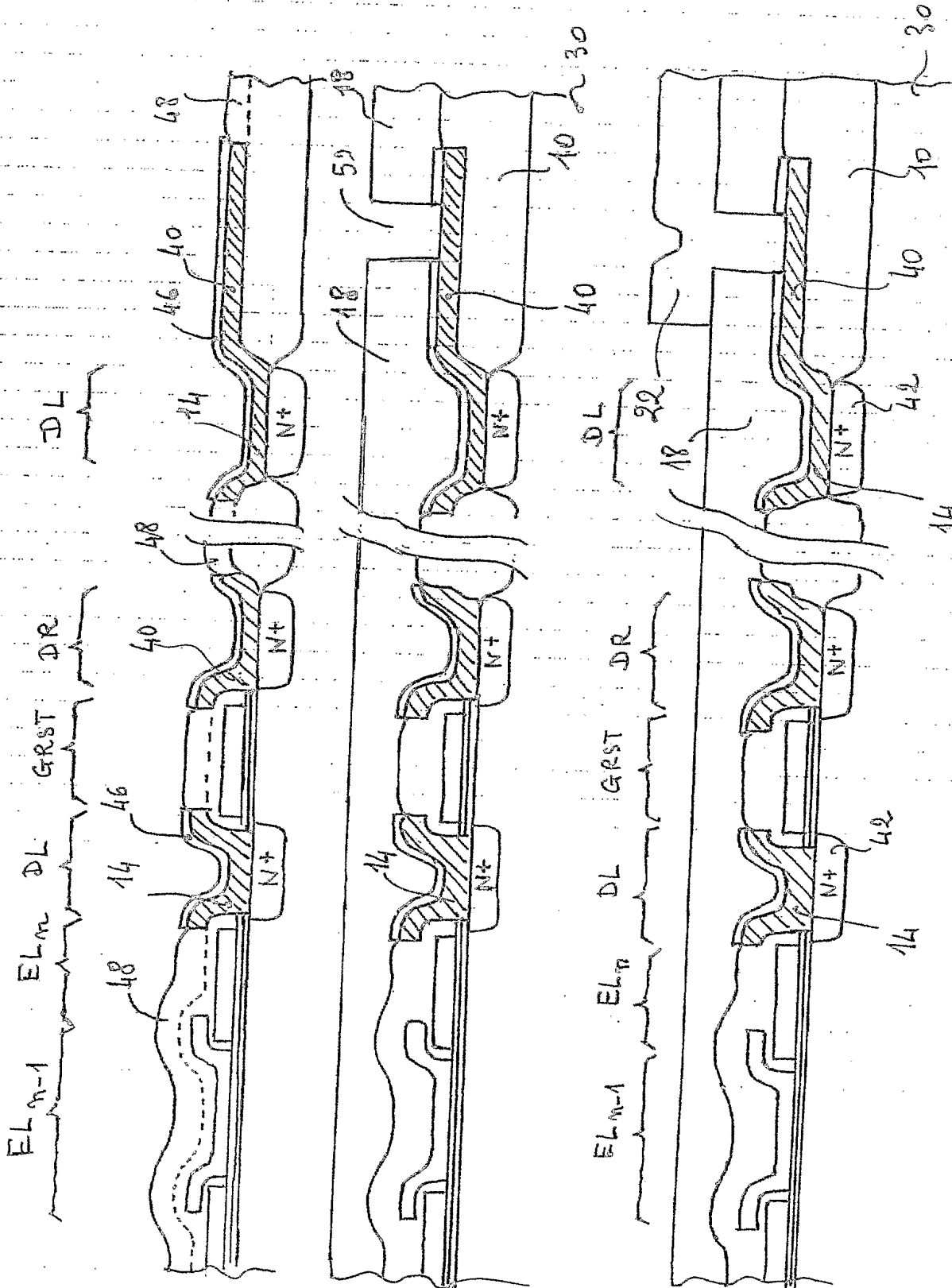
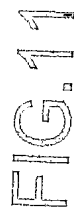


Fig 9

Fig 10

Fig 11







reçue le 25/03/04



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

0 825 33 85 87

0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235\*03

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103



Vos références pour ce dossier (facultatif)		63 830
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0602148
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
CIRCUIT INTEGRE AVEC DIODE DE LECTURE DE TRES PETITES DIMENSIONS		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
ATMEL GRENOBLE		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1 Nom		BLANCHARD
Prénoms		Pierre
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
2 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
- 2 MARS 2004		
Michel GUERIN		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100





1

2